

COMUNICACION
A LA
PONENCIA 4.

MECANIZACION DE LA RECOLECCION

**ADECUACION PARA LA TRILLA MECANICA
DE DISTINTAS VARIEDADES DE CACAHUETE**

Comunicantes:

M. RUIZ ALTISENT
Ingeniero Agrónomo

J. ORTIZ-CAÑAVATE
Ingeniero Agrónomo

VALENCIA
(España)

ADECUACION PARA LA TRILLA MECANICA DE DISTINTAS VARIEDADES DE CACAHUETE

M. RUIZ ALTISENT

Ingeniero Agrónomo

J. ORTIZ-CAÑAVATE

Ingeniero Agrónomo

VALENCIA

(España)

1. INTRODUCCION

Esta comunicación tiene el objeto de exponer las experiencias realizadas durante las dos últimas campañas acerca de la trilla mecánica del cacahuete.

El cacahuete es una leguminosa que fructifica de forma subterránea: las legumbres maduran en el suelo alrededor de las raíces de la planta. Para su recolección se arrancan las plantas enteras (a mano o con arrancadora del tipo de la de patatas), se dejan secar en el campo un período más o menos largo (dos a diez días) y se separan las legumbres de la mata. En esta separación o trilla se centran nuestras experiencias, pues actualmente en nuestro país ésta se realiza totalmente a mano, pero en los EE. UU. existen desde hace muchos años máquinas cosechadoras, incluidas en un proceso de recolección totalmente mecanizado.

Sin embargo, este proceso mecánico no está resuelto de un modo satisfactorio, ya que existen problemas en la trilla, pues las pérdidas en general son bastante altas, por lo que se están investigando nuevos sistemas (1) *.

Nuestro trabajo se centró en detectar la mayor o menor adecuación a la trilla mecánica por el sistema

de cilindros desgranadores con dientes flexibles (cf. más adelante) de diversas variedades de cacahuete. Estas experiencias se incluyen en el contexto de los trabajos sobre ensayo y mejora de variedades de cacahuete, con especial atención a su adecuación a la mecanización, que se viene realizando en Valencia, por el INIA (Centro de Levante, Estación de Plantas Hortícolas, Benicalap) y las Cátedras de Genética y de Maquinaria Agrícola de la E. T. S. de Ingenieros Agrónomos, y constituyen parte de la tesis doctoral del primer autor.

2. MATERIALES EMPLEADOS

2.1. Maquinaria utilizada

2.1.1. Trilladora experimental

El prototipo de trilladora de cacahuete construido especialmente para estas experiencias se realizó de gran sencillez, a base de tres cilindros y sus correspondientes cóncavos, provistos ambos de dedos elásticos, dispuestos escalonadamente.

* Los números entre paréntesis se refieren a las reseñas bibliográficas.

El accionamiento proviene de un motor eléctrico trifásico **1** (fig. 1) de 2 CV a 1.000 rpm. La transmisión de movimiento del motor al primer cilindro se realiza mediante una polea variadora de velocidad **2** (relación 1:3,2) y una correa trapecial de sección 46×12 mm. Las transmisiones entre los sucesivos cilindros trilladores se efectúan mediante correas trapeciales de sección B y poleas de 160 mm de diámetro exterior, **3**. De esta forma los tres cilindros giran al mismo régimen de velocidad impuesto por la polea variadora. Los tres cuerpos «cilindro-cóncavo» vienen limitados por dos planchas metálicas de 7 mm, **4**, que actúan al mismo tiempo como soporte de todos los elementos de que está compuesto el prototipo.

Los cilindros, **5**, están constituidos por dos placas circulares de 5 mm de espesor y 280 mm de diámetro, que soportan lateralmente a diez varillas de 15 mm de diámetro, cada una de las cuales es portadora de tres dedos elásticos dobles, **6**, de 6 cm de longitud y 3 mm de espesor, fabricados de acero ordinario. Los ejes de los cilindros, **7**, de 30 mm de diámetro, atraviesan las placas circulares y se apoyan en sendos rodamientos de bolas de carcasa oscilante (capacidad de carga dinámica = 540 Kg).

Los cóncavos, **8**, están formados por nueve pletinas de 5 mm de espesor atravesadas por cuatro varillas calibradas de 15 mm, en las que se insertan uniformemente distribuidos los dedos elásticos (tres por

varilla) y dispuestos en sentido contrario a los del cilindro. La posición del cilindro con respecto al cóncavo es graduable en 5 cm mediante unas guías, **9**, y unos pomos de fijación.

Para estudiar el efecto de trilla con uno, dos o los tres cilindros se dispuso de dos planchas abatibles, **10**, aunque a lo largo de las experiencias se dejaron dichas planchas abiertas todo el tiempo.

Interiormente el prototipo va provisto de planchas separadoras, **11**, que conducen las diferentes fracciones de la trilla a seis cajones de madera situados en la parte inferior (dos por conjunto «cilindro-cóncavo»), aunque durante las experiencias se sustituyeron dichos cajones por una lona única.

2.1.2. Soplane aventadora

Buscando la sencillez y el análisis diferenciado de la eficacia de los elementos de trilla, la máquina se construyó sin un dispositivo propio de aventado. Por ello lo que se recogía en la lona era limpiado mediante corriente de aire proveniente de un ventilador (fig. 2) axial de 45 cm, funcionando a 1.400 rpm. El accionamiento del ventilador se realiza mediante un motor de 0,25 CV y el caudal producido es de 4.250 m³/h, lo que equivale a una velocidad media de 426 m/min, aunque en realidad al medir las velocidades del aire a la altura del eje del ventilador plano xy (fig. 3) en diferentes puntos a diversas distancias

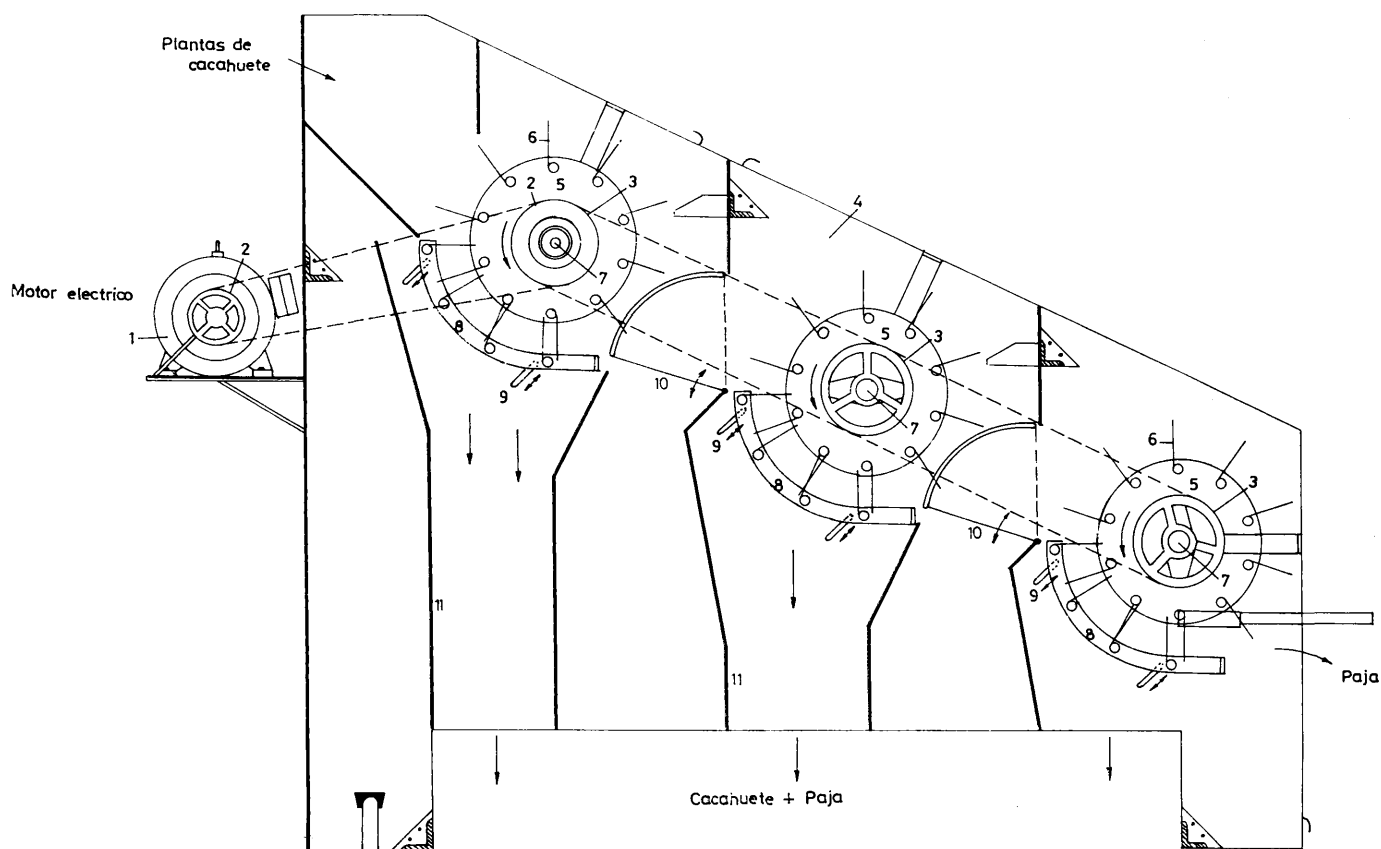


Fig. 1. Esquema de la trilladora experimental de cacahuete.

y separaciones del eje del ventilador obtuvimos el diagrama indicado en la figura 4. La velocidad del aire para la limpia era correcta, aunque para la construc-

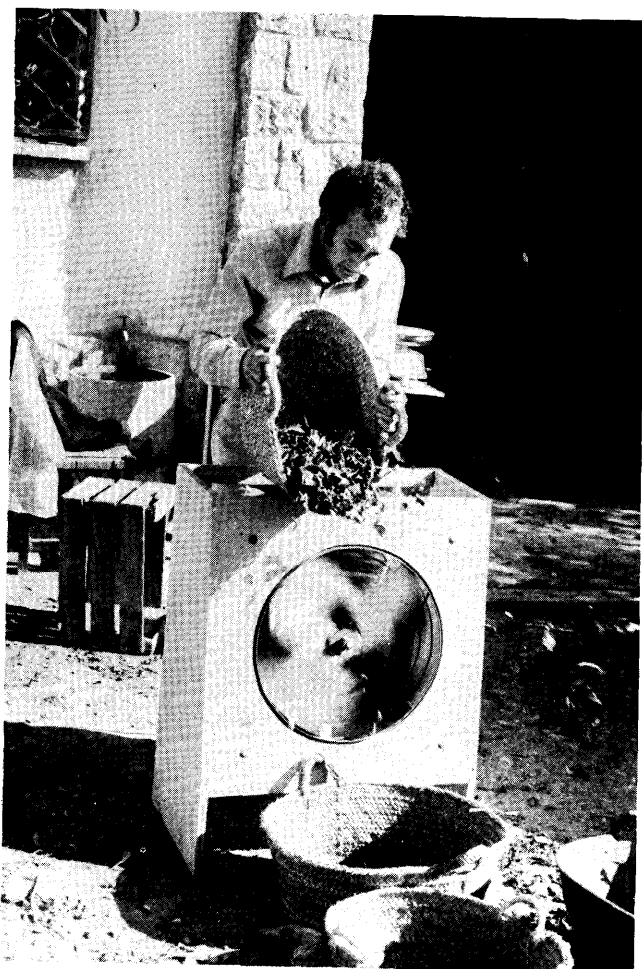


Fig. 2. Aventado de la muestra trillada mediante una soplante.

ción de un prototipo de trilladora con limpia incorporada propugnamos un ventilador radial o tangencial por ser más uniforme la distribución del aire en toda la sección.

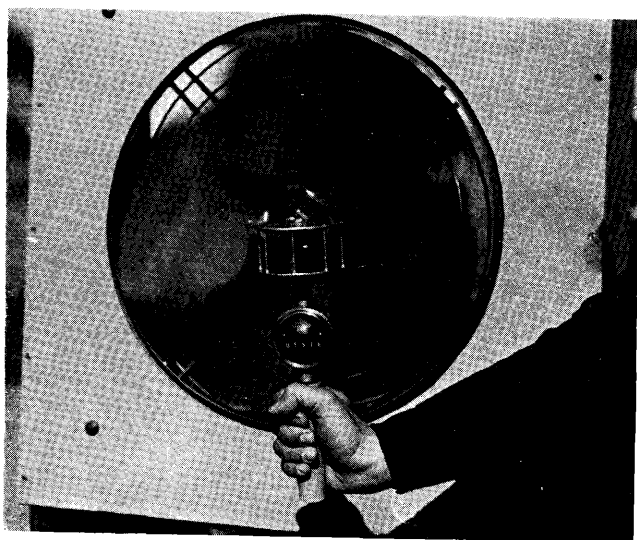


Fig. 3. Medición de la velocidad del aire del ventilador mediante un anemómetro portátil.

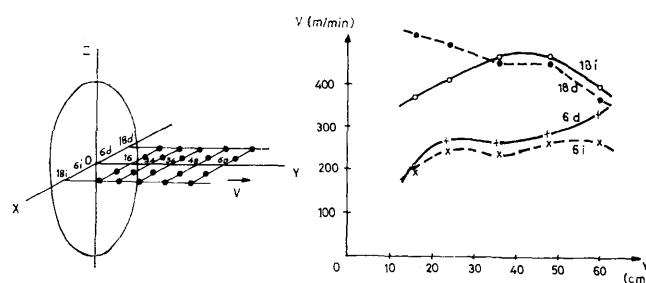


Fig. 4. Distribución de la velocidad del aire en distintas zonas del ventilador axial.

2.2. Variedades ensayadas

Las variedades empleadas en estas experiencias son las ocho que desde hace tres años siguen ensayándose y son el resultado de la selección y eliminación de otras varias que fueron recogidas y ensayadas con anterioridad durante ocho años consecutivos. Con base a su distinta precocidad se pueden clasificar en dos grupos, aunque existe gradación (en el orden indicado) dentro de los grupos:

1.º Variedades más precoces (de fruto pequeño)

- Argentine (con el fruto más pequeño),
- Palma (parecida a la anterior, pero legumbres algo más grandes),
- Cacahua (legumbre alargada, de tres y cuatro granos),
- Moruno (legumbre más grande, pero irregular en tamaño y forma);

2.º variedades más tardías (de fruto grande)

- NC-2 (legumbre de tamaño medio),
- Bunch C-2 (muy parecida a la anterior),
- Gc-119-20 (legumbre más grande, de cáscara especialmente resistente),
- Virginia Jumbo (legumbres de gran tamaño).

Debido a esta diferencia de fecha de madurez, los ensayos fueron realizados también en fechas separadas, de una semana a diez días.

3. EJECUCION DE LOS ENSAYOS

Las pruebas realizadas consistían en trillar cuatro muestras iguales de unos dos kilos de peso (variable, según la humedad de la muestra en los distintos ensayos) para cada una de las cuatro velocidades de giro de los cilindros que se detallan:

Núm. de revoluciones de los cilindros	Velocidad periférica
1.º: 350 rpm	= 7,5 m/s
2.º: 450 rpm	= 9,6 m/s
3.º: 550 rpm	= 11,8 m/s
4.º: 650 rpm	= 13,9 m/s

Según (2) se recomienda las velocidades periféricas de 7 a 11 m/s (1.200 a 2.000 rpm) para este sistema de trilla.

Se realizaron veinte ensayos distintos, en las condiciones siguientes:

a) Las cuatro variedades del grupo 1.º (indicado más arriba), con una humedad del 30 %, correspondiente a dos-tres días de buen soleado en el campo.

b) Cinco variedades (grupo 2.º más Palma) a dos humedades distintas:

1.º recién arrancadas (el mismo día, o el anterior, corresponde a más de un 40 %).

2.º muy secas (20 %), humedad correspondiente a diez-quince días de secado, que es cuando se realiza la separación manual normalmente.

c) Dos variedades (Palma y NC-2), procedentes de parcelas que habían recibido tratamiento defoliante o desecante, también a dos humedades diferentes.

El proceso de cada ensayo era el siguiente:

1.º Fijación de la máquina a las revoluciones adecuadas (fig. 5).

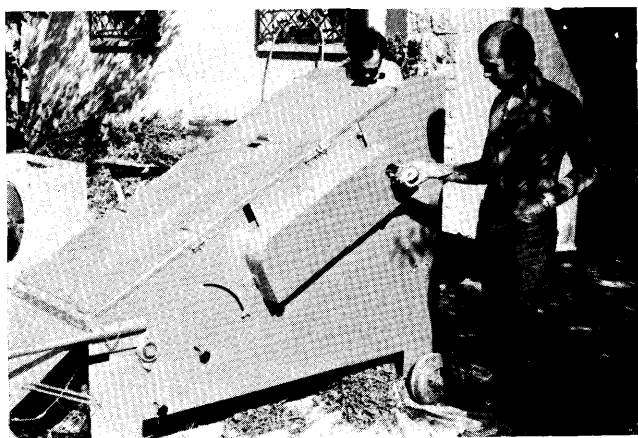


Fig. 5. Establecimiento en los cilindros de la trilladora del número de revoluciones deseado.

2.º Pesada de unas veinte plantas (1,5 a 2 Kg.).

3.º Introducción de las mismas en la máquina, y recogida del material por la parte inferior de la máquina mediante una lona (fig. 6).

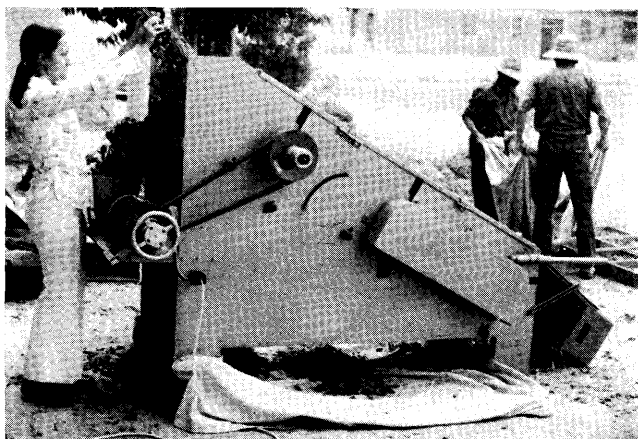


Fig. 6. Introducción de la muestra de plantas en la trilladora.

4.º Aventado de la muestra de forma primitiva, a base de dejarla caer paulatinamente sobre el chorro de aire generado por el soplante anteriormente descrito. Las fracciones eran recogidas en dos recipientes amplios colocados como muestra la figura 2, reuniéndose en el primero prácticamente legumbres limpias, más los tallos largos y resistentes; en el segundo, cierta mezcla, cayendo el resto de la paja al suelo.

5.º Clasificación de las legumbres en los siguientes grupos:

— enteros: sin ningún daño,

— dañados: raspaduras y pequeñas fisuras en la corteza,

— partidos: roturas que dejan abiertas vías por donde entra el aire al interior de la legumbre, y pesada de los mismos.

6.º Pérdidas en la paja.

Todo esto con cuatro determinaciones para cada una de las cuatro velocidades y para cada uno de los ensayos. En cada ensayo, fue determinada además la humedad (de la semilla) por medio de un conductímetro (fig. 7) y la fuerza de desprendimiento de las legumbres (una muestra de dieciséis frutos) por medio de un dinamómetro.

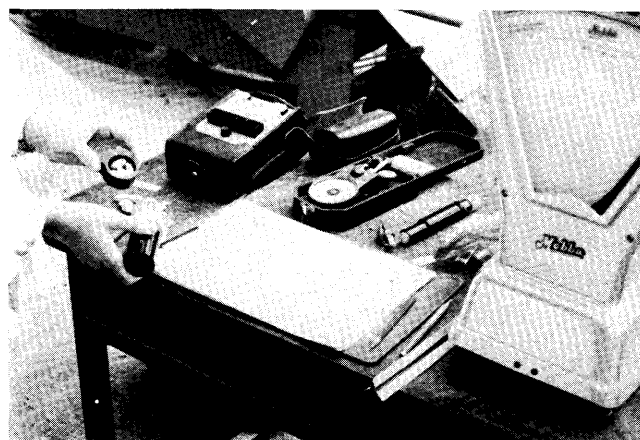


Fig. 7. Balanza, conductímetro, tacómetro y dinamómetro utilizados en las experiencias.

Previamente en la máquina habían sido fijados los siguientes factores:

a) Separación de cilindros y cóncavos: fue posicionada en un punto medio, con el fin de no introducir una nueva variable en los ensayos. Esto fue, sin embargo, posiblemente una de las principales causas de pérdidas en las variedades de tamaño grande, pues en ciertos puntos la separación entre los dientes resultaba demasiado estrecha. Esto ha de ser objeto de experiencias posteriores.

b) Punto de recogida de las distintas fracciones: por medio de seis cajones, correspondientes a los tres cilindros y tres cóncavos, y cerrando el paso sucesivamente: 1.º, a los dos cilindros posteriores, y 2.º, al tercer cilindro; se observaron los materiales recogidos

en cada uno de ellos, los cuales eran recogidos en los ensayos conjuntamente en una lona para mayor facilidad. Se observaron las siguientes características:

1.^a La mayor parte de frutos, mezclados con paja ligera (hojas y pequeños tallos y algunos tallos cortos resistentes), eran recogidos en las dos primeras unidades: 1.^o y 2.^o conjuntos cilindro-cóncavo.

2.^a La cantidad recogida en la tercera unidad era muy inferior, máxima cuando la muestra estaba a una humedad muy baja.

3.^a Los tallos y ramas de gran longitud y resistencia pasan a lo largo de los tres cilindros y son expulsados (totalmente libres de hojas y frutos) por la abertura final. Este punto es de gran interés, si se tiene en cuenta que en el momento del aventado (cf. más arriba) es imposible separar estos materiales de las legumbres.

Los resultados fueron analizados por medio de análisis de varianza. Se fraccionaron los datos en los cuatro puntos correspondientes a las cuatro velocidades de los cilindros de trilla, tras determinar la no homogeneidad de las varianzas de las variables de los cuatro puntos (c. v. gráfico núm. 1). De esta forma se utilizó en todos los casos un modelo aditivo, con los factores: variedad, humedad e interacciones.

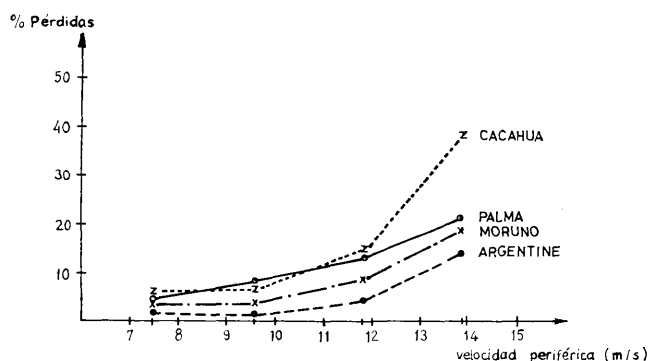


Gráfico núm. 1. Pérdidas totales en la trilla de cuatro variedades de cacahuete, a una humedad del 30 %.

4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE TRILLA

4.1. El análisis de los datos del primer grupo de ensayos (cuatro variedades precoces a la humedad intermedia) lleva a los siguientes resultados (gráfico núm. 1):

A la velocidad periférica mínima (7,5 m/s = 350 rpm) no aparecen diferencias significativas entre las cuatro variedades. Las pérdidas son muy bajas (cuadro 1), con lo que se concluye que las condiciones de humedad media (25-30 %) y la velocidad periférica muy baja son muy adecuadas, teniendo en cuenta que las pérdidas en la paja son despreciables.

A las velocidades medias (450 y 550 rpm) existe una diferencia muy significativa entre la variedad Argentine, con pérdidas mínimas, y las otras tres varie-

dades, cuyas pérdidas se elevan hasta un 14 % (Cacahua a 550 rpm). Por lo tanto, para las variedades de tipo Argentine, de legumbre pequeña y resistente (cf. más abajo), puede trabajarse a velocidades periféricas de hasta unos 12 m/s sin aumento sustancial de las pérdidas.

A la velocidad superior (650 rpm = 13,9 m/s) aparecen ya pérdidas importantes, no sólo en la variedad Cacahua, que difiere significativamente de las demás (cuadro 1), sino también en el resto.

CUADRO 1

MEDIA DE PERDIDAS TOTALES (DAÑADOS + PARTIDOS) A LAS CUATRO VELOCIDADES DE GIRO

Variedad	Velocidad de los cilindros de trilla (rpm)			
	350 (7,5 m/s)	450 (9,6 m/s)	550 (11,8 m/s)	650 (13,9 m/s)
Argentine	1,07	0,8	2,6	12,1
Moruno	3,02	4,8 ⁽¹⁾	9,4	19
Palma	3,02	8 ⁽²⁾	12	20
Cacahua	4,02	8	14,2	36,3

(1) Diferencia significativa al 1 %.

(2) Diferencia significativa al 5 %.

4.2. En el ensayo de las cuatro variedades tardías a dos humedades, los resultados indican que las pérdidas son considerablemente altas en ambas condiciones, pudiendo aceptarse únicamente las correspondientes a la velocidad más baja, y con el material más seco; en este caso se observa un aumento significativo de las pérdidas de un 11 a un 15 %. Este aumento se hace mucho más acusado para las velocidades más altas (gráfico núm. 2), con la excepción de la variedad GA-119-20, que se comporta de forma inversa, lo cual es la causa de que aparezca significativa la interacción «Variedad × Humedad».

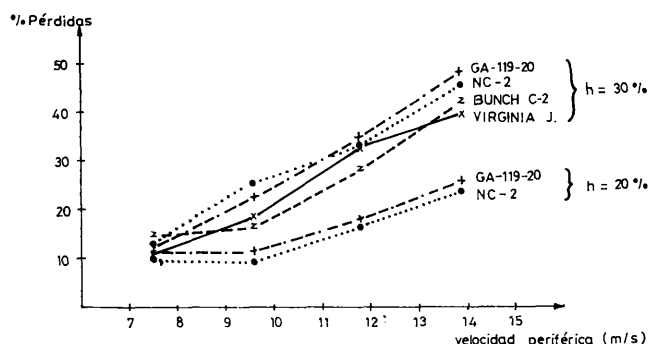


Gráfico núm. 2. Pérdidas totales en la trilla de cuatro variedades, a dos humedades diferentes.

La explicación de esta anomalía puede buscarse en las características de resistencia de la cáscara de esa variedad, como se comenta brevemente más adelante.

El efecto de la humedad resulta, pues, fundamental en todos los casos, incluso enmascarando el efecto varietal (significativo al 1 % solamente para la velo-

cidad máxima) debido a haberse realizado una desecación algo irregular de las muestras, con el consiguiente aumento de la variabilidad de las determinaciones.

4.3. El análisis de los datos correspondientes al ensayo de las variedades NC-2 y GA-119-20 con humedad muy baja (del orden del 20 %) destaca el efecto determinante de la humedad, no tan visible cuando las diferencias son menos importantes (gráfico núm. 2).

4.4. El ensayo de la variedad Palma a dos humedades y dos tratamientos (con defoliante y testigo) arroja unos resultados muy concordantes (gráfico núm. 3). En las cuatro velocidades aparece una significación del 1 % para el efecto de humedad: aumentan las pérdidas en un 10 % (del total) para la humedad alta, como en los ensayos precedentes, no apareciendo significación del efecto «tratamiento con defoliante» en ningún caso.

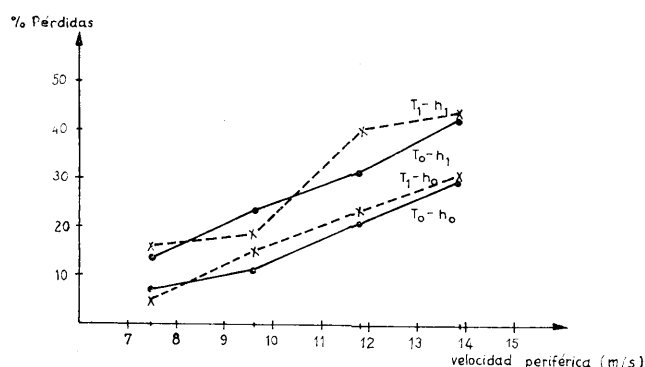


Gráfico núm. 3. Pérdidas totales en la trilla de la variedad Palma, a dos humedades y dos tratamientos (T₁, tratamiento defoliante; T₀, testigo).

4.5. Se han realizado paralelamente determinaciones de la resistencia de la cáscara de las legumbres a la rotura en diferentes condiciones, previniéndose una relación entre este carácter —de determinación muy sencilla y característica— con la adecuación de las variedades a toda manipulación mecánica, entre ellas la trilla (4). En resumen, de estos extensos ensayos de rotura puede mencionarse que existen diferencias muy notables entre las variedades, respecto a este carácter. Este es determinado por medio de un penetrómetro provisto de un disco plano de presión en las

dos posiciones de la legumbre (plano de sutura y plano perpendicular), pues la resistencia difiere de forma importante entre ambas. También existe un efecto significativo de la humedad sobre esta resistencia, precisamente en el sentido de que aumenta con la desecación de las legumbres, en diferente magnitud, sin embargo, unas variedades de otras, y entre las dos posiciones (gráfico núm. 4).

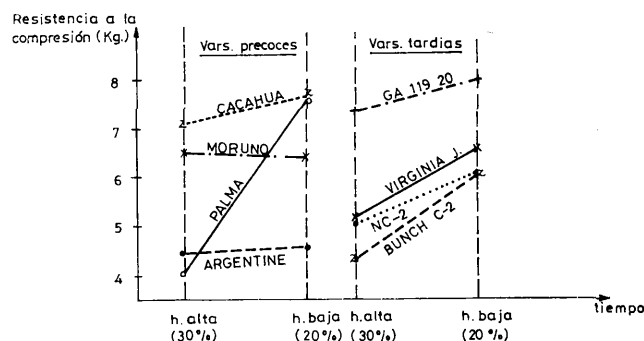


Gráfico núm. 4. Resistencia a la rotura de la cáscara del cacahuete, por compresión entre dos placas paralelas, de las ocho variedades de cacahuete, a dos humedades.

Se deduce de todo ello que es necesaria una desecación intensa y uniforme (3) de las plantas en el campo, si se desea evitar pérdidas altas en la trilla, y que la máquina ha de estar adaptada a las características de tamaño y condiciones de cada tipo de variedades para poder especificar más claramente las diferencias entre las mismas. El efecto del tratamiento desecante no tiene una influencia negativa sobre los daños en la trilla, ejerciendo en cambio un efecto positivo en el sentido de acelerar la desecación de las plantas.

Estas experiencias muestran la eficacia de los métodos utilizados para la determinación de los factores que posibilitan una recolección mecánica satisfactoria. Con ello se hace posible una mejora de los métodos mecánicos y a la vez un conocimiento de las características de las variedades para su selección y adaptación a esos métodos. El estudio paralelo de las propiedades físicas de los materiales vegetales, todavía muy en sus comienzos en la mayoría de ellos, es fundamental para explicitar la mayor o menor adecuación de los diversos cultivos a la manipulación mecánica.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BUTLER, J., et al.: **Mechanisms for picking peanuts from oriented plants**. Peanut Research and Education Ass. (1970).
- (2) BAINER, R., et al.: **Principles of farm machinery**. Wiley, 1965, pp. 450-52.
- (3) BUTLER, J., et al.: **Effect of windrow configuration on temperature, drying rate and uniformity of moisture content of peanuts**. Peanut Research and Education Ass. (1969).
- (4) MOHSENIN, N. N.: **Physical properties of plant and animal materials**. Gordon & Breach (1970).